

علم المناخ

الدكتور علي حسين الساس

نشأة وتطور علم المناخ والمتيورولوجية

يجدر بنا قبل أن نبدأ في دراسة التطور التاريخي لعلم المناخ وفروعه الرئيسة الطبيعي والاقليمي والتطبيقي ، أن نشير الى أن دراسة نشأة وتطور علم المناخ تتصل اتصالا مباشرا بدراسة التطور التاريخي لعلم الأنواء الجوية Meteorology ، اذ أن كل منهما علم يركز في دراسته على موضوع واحد وهو الغلاف الجوي (Atmosphere) مع اختلاف واضح في منهج وطرق معالجة مادة الدراسة بطريقة تتناسب مع أهداف وأغراض كل من علمي المناخ والأنواء الجوية .

يركز علم الأنواء الجوية على دراسة مظاهر الطقس Weather اليومية مستخدما قوانين علم الفيزياء وطرق بحثه للتوصل الى تفسير العمليات الجوية والتنبؤ بما قد سيحدث من تغيرات جوية في فترة قصيرة من الزمن في مكان أو اقليم معين . ولذا فإن علم الأنواء الجوية هو فرع من أهم فروع علم الفيزياء ، وليس الجغرافية ، يقوم دارسوه والمتخصصون فيه على مراقبة الأحوال الجوية ودراسة عناصر الطقس التي هي أيضا عناصر المناخ ، كالحرارة ، والضغط والرياح والكتل الهوائية ، والرطوبة ومقدار الرؤية والتكاثف والتساقط على اختلاف أشكاله وأنواعه ، وقياسها باللات رصد معينة ، وتسجيل قراءاتها ثلاث مرات يوميا في سجلات خاصة ، تستخرج منها متوسطاتها او معدلاتها اليومية والشهرية ، ودراستها دراسة تحليلية علمية دقيقة لايجاد العلاقة بينها وذلك لاعطاء صورة حقيقية عن الأحوال الجوية السائدة في المكان ، ولغرض التنبؤ بما قد يحدث من تغيرات جوية من ساعة لأخرى خلال اليوم الواحد وما ستكون عليه حالة الجو في اليوم التالي بصورة عامة .

أما علم المناخ Climatology فيهتم بوجه خاص بدراسة نتائج العمليات الجوية ، وينصب اهتمام المتخصصين فيه على دراسة المتوسطات او المعدلات الاحصائية لعناصر الطقس التي يستخلصها لهم المتيورولوجي Meteorologist باعتبارها المادة

الأولية التي يمكن بدراستها وتحليلها اعطاء ملخص للأحوال الجوية السائدة في المكان أو الأقليم لفترة طويلة من الزمن قد تكون سنة أو أكثر اعتمادا على طول الفترة الزمنية التي تتوفر عنها المتوسطات الإحصائية . وبكلمة أخرى ، يمكن القول أن الدراسة الميتورولوجية تهتم بدراسة الاحوال السائدة في المكان أو الأقليم في الحاضر وما ستكون عليه في المستقبل معتمدة على ما تسجله آلات الرصد من قراءات لعناصر الطقس المختلفة بعد لحظات من تسجيلها والتنبؤ بما سيحدث في اليوم التالي من تغيرات جوية ، بينما تنصب الدراسة المناخية على ما كانت عليه الأحوال الجوية السائدة في المكان أو الأقليم في الماضي القريب أو البعيد ، وأثر ذلك على سكانه من حيث توزيعهم الجغرافي ونشاطهم الاقتصادي والاجتماعي . وبهذا يختلف علم المناخ عن علم الميتورولوجيا ليس فقط من حيث الزمن وإنما أيضا من حيث العلاقة بين الأحوال المناخية السائدة في المكان وبين سكانه وفعاليتهم المختلفة . ومن هنا تظهر لنا أهمية دراسة الظروف المناخية للجغرافي وذلك باعتبارها احد الأسس التي تتكون منها الصورة الكاملة للظروف الطبيعية السائدة في المكان أو الأقليم المراد دراسته دراسة جغرافية . وعليه تعتبر الجغرافية المناخية اليوم من أهم فروع الجغرافية الطبيعية ، ودراستها لا تقتصر على كونها احد فروع علم الجغرافيا فحسب ، وإنما تعتبر الأساس اذا ما أراد الجغرافي فهم ومعرفة أسباب الكثير من مظاهر اللاندسكيپ الطبيعي والحضاري وتوزيعها على سطح الكرة الأرضية .

يظهر لنا مما تقدم من أن دارس المناخ يعتمد اعتمادا مباشرا على ما يتقدم له عالم الميتورولوجيا من متوسطات أو معدلات احصائية سواء كان ذلك ما يتعلق بدراسة المناخ الطبيعي *Physical Climatology* الذي يهتم بدراسة عناصر الطقس والمناخ التي يهتم بدراستها الميتورولوجي أيضا ، من حيث دراسة كل منهما على أنفراد أو دراستهما بصورة متجمعة مع التركيز على العلاقة القائمة بينهما وأثر كل منهما بالآخر لكي يمكن التوصل الى ما هي عليه الحالة السائدة لكل عنصر المناخ واعطاء صورة حقيقية للأحوال المناخية السائدة في المكان أو الأقليم ، او كان ما يتعلق بالمناخ الأقليمي *Regional Climatology* الذي تنصب دراسته على دراسة المميزات المناخية التي تميز هذا الأقليم عن ذاك ، او كان ما يتعلق بدراسة المناخ التطبيقي *Applied Cmatology* الذي تتركز الدراسة فيه على تطبيق ما يمكن الاستفادة منه من المعلومات المناخية في مجال علوم المعرفة الانسانية الاخرى ، كعلم النبات والحيوان والتربة والزراعة والري والطيران والبحسرية والطب والهندسة المعمارية وغيرها كثير من العلوم الاخرى .

من هنا تظهر لنا العلاقة القوية والصلة الوثيقة بين علمي المناخ والانواء الجوية ليس فقط في مصادرة دراستهما وإنما أيضا من حيث انهما علمان مرتبطان أشد الارتباط بعضهما بالآخر ، ومتصلان اتصال مباشر احدهما بالآخر لدرجة يصعب الفصل بينهما لاسيما فيما يتعلق بالتطور التاريخي لأي منهما ، فالعرض التاريخي لتطور أي منهما يمكن ان يعتبر عرضا تاريخيا للعلم الآخر .

يعتبر كل من علم المناخ وعلم الانواء الجوية من العلوم القديمة جدا ترجع في نشأتها وتاريخها الى الزمن الذي بدأ فيه الانسان يهتم بمعرفة أسباب ما يحيط به من ظاهرات كونية وتعليل ما يحدث من ظاهرات جوية لاسيما العنيفة منها كالبرق والرعد والعواصف والزوابع والأمطار التي أثرت فيه تأثيرا كبيرا الى حد كان يعتبرها قوى خفية غامضة ، ومسبباتها غير مفهومة ، معتمدا في تفسيره لها على الخرافات والعقائد الدينية ، ومسميا بعضها بأسماء الآله كاله الشمس (رع Ra) عند الفراعنة ، واله الرياح الشمالية القوية الباردة (بورياس Boreas) عند الاغريق ، واله المطر (Jupiter pluvius) عند الرومان ، واله الرعد (Thor) عند الاسكندنافيون القدماء (١) .

وفي الوقت نفسه يمكن اعتبارهما علمين حديثي النشأة والتطور ولا يتعدى تاريخهما الى أبعد من تاريخ اختراع الآت الرصد الحديثة (Thermometer) والبارومتر (Barometer) .

هذا ورغم صعوبة تحديد الفترات الزمنية للتطور التاريخي لعلم المناخ على وجه الدقة ، فمن الممكن تقسيم الفترة التاريخية منذ نشو هذا العلم الى الوقت الحاضر الى أربعة مراحل تتميز كل منها بأسلوب خاص بجمع المعلومات المناخية ودراستها وتحليلها وإيجاد العلاقة بينها . وهذه المراحل هي :

١ - المرحلة الاولى : وهي من أطول المراحل التاريخية التي مر بها تطور علم المناخ ، ومن أكثرها غموضا ، سادت فيها الخرافات والعقائد الوثنية في تفسير الظاهرات الجوية ، اذ تميزت هذه الفترة بسيطرة الظاهرات الكونية على عقلية الانسان البدائي الذي كان يقوم بتفسيرها وتقصي أسباب حدوثها بما يتناسب وعقليته البدائية البسيطة . وقد امتدت هذه المرحلة من بدأ الخليقة ووجود الانسان على سطح الارض الى فترة اختراع آلات الرصد حوالي عام ١٦٠٠ قبل الميلاد . وخلال هذه الفترة منذ بدايتها الى

Critchfield Howard J. "General Climatology 2nd ed., 1966,

p. 5.

نهايتها بقيت الظاهرات الجوية لاسيما العنيفة منها غامضة واسبابها مجهولة حتى في عصر الحضارات القديمة التي كثيرا ما كان ينسب لبعضها انها من عمل الالهة كما كان عند الفراعنة والاغريق والرومان . ومن أهم ما كان يميز هذه الفترة هي مساهمة فلاسفة اليونان ومفكرهم مساهمة فعلية في تطوير الدراسات المناخية والميتروولوجية ، على الرغم من أن الاكثريّة الساحقة من اليونانيين كانوا يعتقدون بأن ظاهرات الجو لم تكن الا من صنع بعض آلهتهم الذين كانوا في اعتقادهم يتدخلون أحيانا في الحروب فيرسلون بعض القوى الطبيعية لنصرة جيش على جيش آخر (١)

ولكن رغم سيطرة هذه العقائد على عقلية السواد الأعظم من اليونانيين ورغم عدم وجود أجهزة للرصد ، فإن كل تقدم حصل في تطور الدراسات الجوية والمناخية خلال تلك الفترة يرجع ولا شك الى فضل ما قام به فلاسفة اليونان ومفكرهم من نشر ملاحظاتهم الدقيقة وتحليلهم الشخصي للكثير من الظاهرات الجوية في عدد من الكتب التي لا يزال معمولاً بها حتى وقتنا الحاضر . فقد ساهم هبوقراط مساهمة فعلية في تطور الدراسات المناخية والميتروولوجية بنشر كتابه المشهور ، الهواء والماء واليابس

(Airs, Water and places) في عام ٤٠٠ قبل الميلاد .

ويعتبر أرسطو (Aristotles) صاحب كتاب الميتروولوجيا (Meterrologica) الذي كتبه عام ٣٥٠

قبل الميلاد من أعظم الباحثين في دراسة الظاهرات الجوية دراسة منطقية معتمدة على الملاحظة الدقيقة والتحليل الشخصي الواقعي .

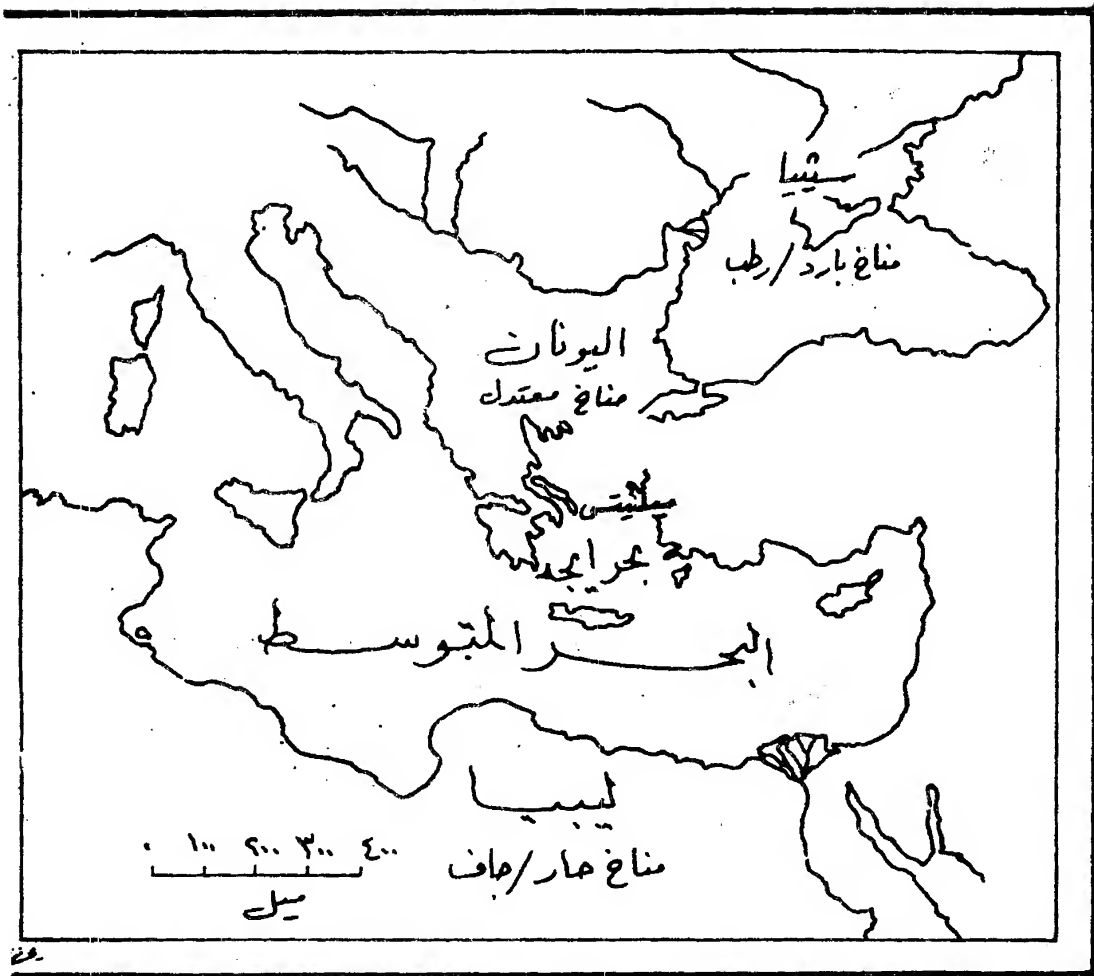
وتميزت الدراسات الجوية والمناخية في القرن السادس قبل الميلاد بتطور

دراسة المناخ الطبيعي Physical Climatology

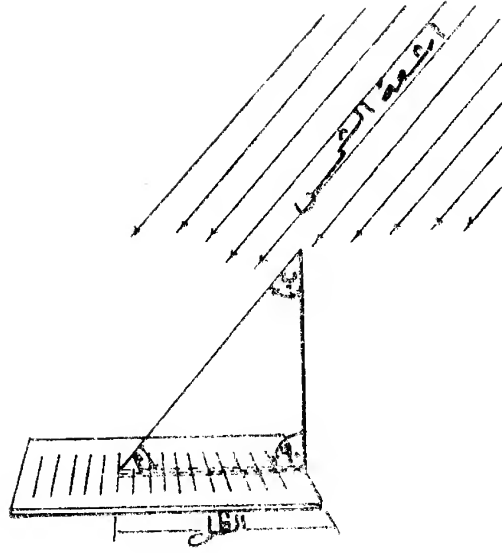
والمناخ الأقليمي Regional Climatology

معا في آن واحد ، اذ نصب اهتمام فلاسفة اليونانيين القاطنين على شواطئ بحر ايجه في ذلك العصر على دراسة الاحوال المناخية لمقاطعة سيثيا Seythia احدى المقاطعات التابعة لهم حينذاك ودراسة الاحوال المناخية لمستعمرتهم الثانية ليبيا . وقد وجد ان مناخ مقاطعة سيثيا

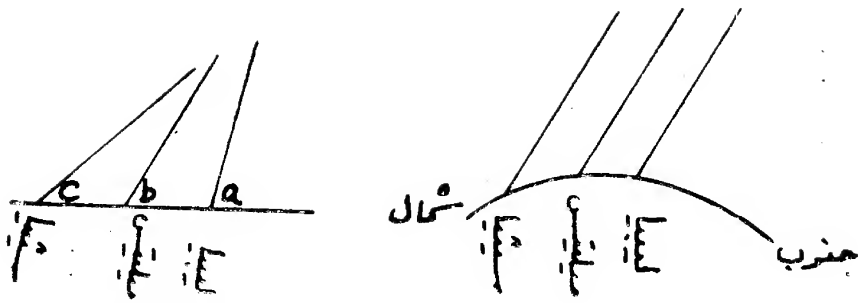
(١) الدكتور عبد العزيز طريح شرف ، الجغرافية المناخية والنباتية ، الطبعة الرابعة ١٩٦٦ ، ص ١٥٠ .



شكل رقم (١) يبين جزء من عالم اناكسيماندر القديم وموقع المقاطعات التابعة لليونانيين (١٠٠ قبل الميلاد)



شكل (٢) آلة الرصد الباطنية الأصلية (المزولة أو الساعة الشمسية)
مقياس طول الظل بمقدار الزاوية (٢)



شكل (٣) يبين تقوس سطح الأرض الظاهر من مقارنة زوايا اشعة الشمس مع سطح الأرض في ليبيا وسُـبُيا

الواقعة على السواحل الشمالية للبحر الأسود يتميز بالبرودة والرطوبة ، بينما اكتشف أن ليبيا الواقعة الى الجنوب من بحر ايجيه تتصف بمناخ حار جاف وأن مناخ كل من المنطقتين يختلف عن مناخ بلاد اليونان المعتدل حيث انه ليس حارا او جافا كمناخ ليبيا ولا باردا رطبا كمناخ المستعمرة الشمالية سيثيا ، شكل رقم (١) .

وبالمقارنة اعتبر مفكروا وفلاسفة مناخ العاصمة ميليتس Miletus الواقعة على سواحل بحر ايجيه في آسيا الصغرى كمناخ اليونان الذي كان في نظرهم من أحسن أنواع المناخ ملائمة للاستيطان البشري .

الا أن هذا لم يقف عند التمييز بين مناخ المقاطعات الثلاث بل تعدى ذلك الى معرفة الاسباب التي أدت الى ذلك الاختلاف والتباين في مناخ مقاطعة عن أخرى ، مستخدمين لتحقيق ذلك ما لديهم من معلومات وغيرها من العلوم التي انتقلت اليهم من البابليين (١) .

وقام اناكسيماندر Anaximander أحد علماء العاصمة ميليتس ، المنسوب اليه عمل أول خريطة للعالم المعروف حينذاك ، بقياس الزاوية التي تشكلها أشعة الشمس مع سطح الارض في كل من ليبيا وميليتس وسيثيا مستخدما في ذلك آلة الرصد البابلية الأصل والمعروفة باسم المزولة أو الساعة الشمسية (Gnomon) شكل رقم (٢) . وقد أتضح من مقارنة الزوايا الثلاث بأن زاوية أشعة الشمس مع سطح الأرض في العاصمة ميليتس أصغر من الزاوية في ليبيا ولكنها أكبر نسبيا من الزاوية في سيثيا ، ومن هنا استنتج انه لا بد وان يكون سطح الأرض كرويا بدلا من المستوى على الأقل في اتجاه شمالي جنوبي شكل رقم (٣) .

وفي خلال النصف الثاني من القرن السادس قبل الميلاد سادت فكرة كروية الأرض بين علماء اليونان وفلاسفتهم ، وكانت من نتائج ذلك الاعتقاد أن قام الفيلسوف اليوناني بارمنديس (Parmenides) حوالي ٥٠٠ سنة قبل الميلاد بتقسيم العالم الى خمسة مناطق حرارية ، هي

(١) Rummey George, R. "Climatology and the Worlds Climates" 3rd., ed. 1970, p. I.

المنطقة الحارة (Torrid zone) والمنطقتان المعتدلتان
 (Temperate zone) الواقعتان الى شمال وجنوب المنطقة
 الحارة والمنطقتان الباردتان (Frigid zone) الواقعتان
 الى الشمال والجنوب من المنطقتين المعتدلتين شكل رقم (٤) . ان فكرة
 تقسيم سطح الكرة الأرضية الى هذه المناطق الحرارية لا تزال قائمة حتى
 وقتنا الحاضر ، علما اننا نعرف تمام المعرفة بأن المنطقة المعتدلة هي أبعد
 ما تكون من الاعتدال في أكثر جهاتها وكذلك بالنسبة للمنطقة الحارة المدارية
 والمنطقة الباردة الشمالية والجنوبية ، وفي هذا كان العلماء الأغريق مثاليين
 أكثر منهم واقعيين وربما يعود ذلك الى معرفتهم بجزء صغير من سطح الكرة
 الأرضية ومعلوماتهم المناخية للمناطق البعيدة عن بلادهم كانت ناقصة
 وغير صحيحة لأختيار فرضياتهم بدقة علمية .

ورغم أن عددا قليلا من فلاسفة اليونان ومفكرهم كان يأخذ بفكرة
 كروية الأرض طوال القرنين الخامس والرابع قبل الميلاد ، فإن الفيلسوف
 أرسطو كان من أكثر المفسرين لها واشد المؤمنين بها ، وفي الوقت نفسه
 حددت زاوية ميلان محور الأرض بـ ٢٣°٥ درجة عن العمود النازل على
 مستوى مدارها حول الشمس ، كما وتطورت فكرة حركة الأرض حول
 محورها ، وفكرة تقسيمها الى القطبين الشمالي والجنوبي ، والمدارين
 السرطان والجدي ، وخط الأستواء .

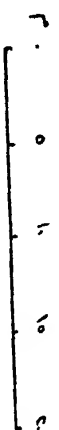
أضف الى ذلك فقد كان معروفا عند اليونانيين بأن أطول أيام السنة
 هو يوم ٢١ حزيران حيث تبقى أشعة الشمس لفترة أطول في العاصمة
 ميليتس وغيرها من الأماكن في اليونان مما هي عليه في ليبيا ولكنه أقصر مما
 هو عليه على شواطئ البحر الاسود الشمالية . ومن المعروف أن يوم ٢١
 حزيران يمثل الانقلاب الصيفي في نصف الكرة الشمالي ، وذلك عندما
 تصل أشعة الشمس أقصى حد شمالي لها حيث تظهر وكأنها ثابتة في مكانها
 على أقصى حد لها فوق مدار (Stood still)
 السرطان وذلك قبل رجوعها جنوبا نحو خط الأستواء . شكل رقم (٥)

وحوالي عام ١٥٠ قبل الميلاد اوجد هيبارخس Hipperchus
 أشهر عالم فلكي يوناني نظام خطوط العرض المتوازية بعضها ببعض ولخط
 الاستواء والتي بواسطتها قسم سطح الأرض الكروي الى مناطق على أساس
 الاختلاف في كمية ما تستلمه كل منطقة من أشعة الشمس في وقت الانقلاب
 الصيفي . وفي الشكل رقم (٦) تتمثل كل منطقة من تلك المناطق اختلاف

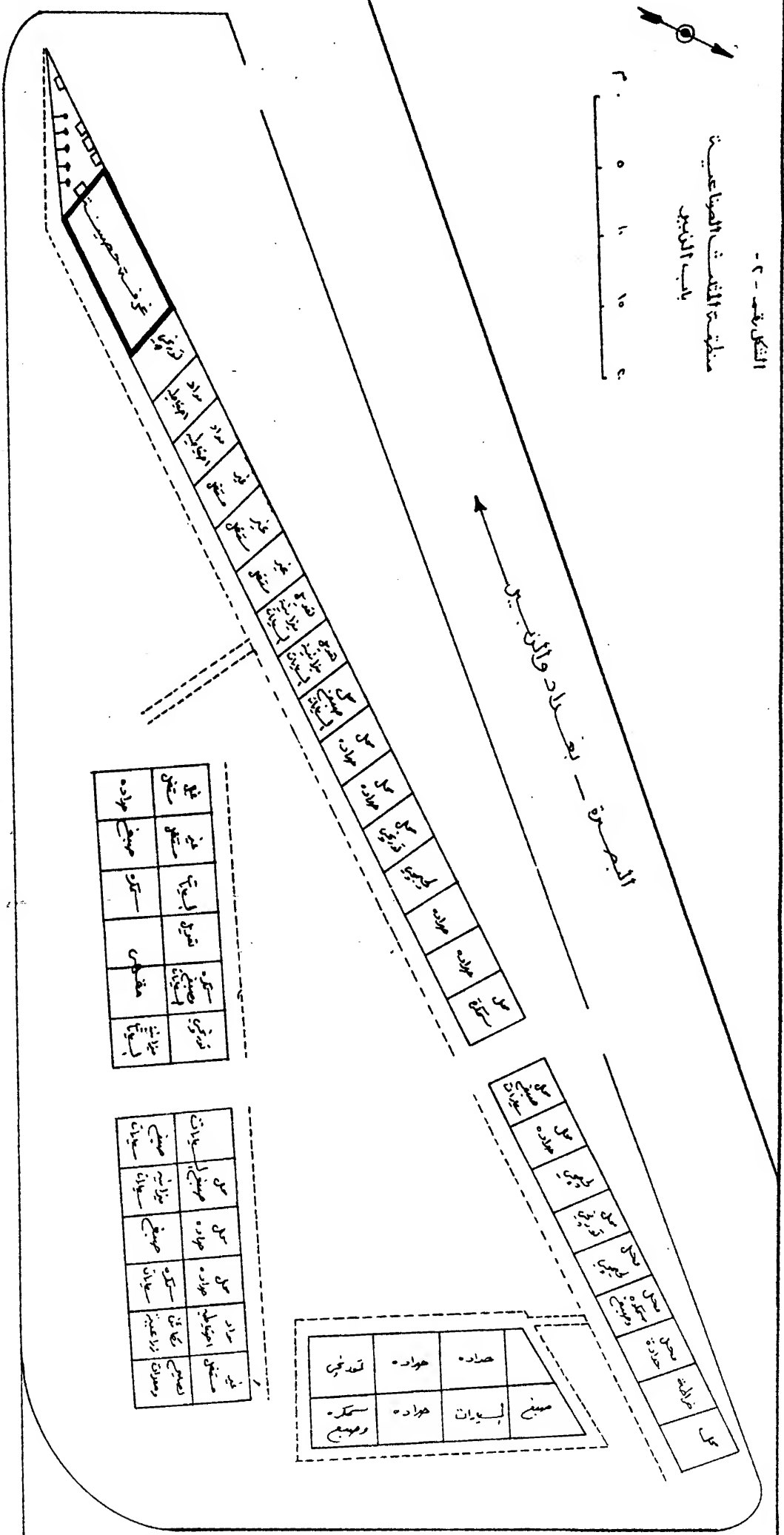
٣٣٣

منطقة الهند الصينية
باب الذهب

باب الزبير

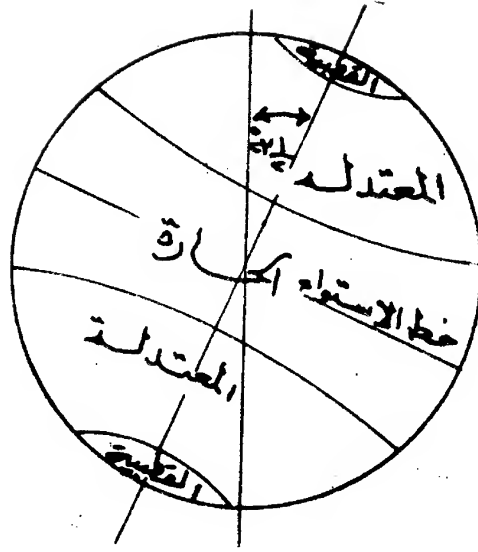


11



طريق البصرة - الزبير

المصدر : بلدية البصرة والطبعة الميمنية



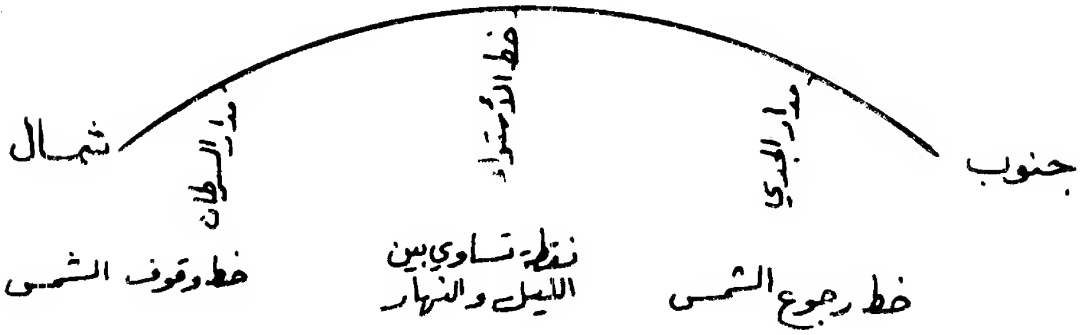
شكل (٤) يبين مناطق بارمنس المناضبة الخمسة

١٠ آذار الاعتدال الربيعي

١١ حزيران الاعتدال الصيفي

٢٢ كانون أول الاعتدال الشتوي

٢٢ أيلول الاعتدال الخريفي



شكل (هـ) يمثل حركة الشمس الظاهرية ما بين خط الاستواء والمدار



شكل (٦) يبين اقاليم هيجاريس المناخية (١٥٠ ق ٢٠)

نصف ساعة من طول أشعة الشمس . واطلق على كل منطقية اسم
(Klimata) الاصل الذي اخذ منه اصطلاح (Climate) *
الذي يعني اصلا اقليم (Region) يتميز عن غيره بطول النهار
الشمس الذي اتخذ حينذاك كأساس لتقسيم العالم الى اقاليم حرارية .

هذا وقد أعقب عصر فلاسفة وكتاب القرن السادس اليونانيون فترة
ركود يقدر طولها بحوالي ١٨٠٠ سنة دون أن يطرا خلالها اي تقدم في
الدراسات المناخية عما كان مدونا لدى فلاسفة وعلماء الاغريق حتى عام
١٥٠٠ ميلادية ، ثم اخذت الدراسات تخطو بعد ذلك خطوات واسعة .

١ - التقدم العظيم في المعرفة الجغرافية التي بدأت تتسع بصسورة
بطيئة في ميدان المعرفة الواقعية للتوزيع الجغرافي لكل من اليايس والماء ،
واكتشاف الرياح التجارية التجارية والعكسية ، والتيارات البحرية وغيرها
من الظواهر المناخية التي لم تكن مألوفة في منطقة البحر الابيض المتوسط .

٢ - اختراع أجهزة الرصد الحديثة التي استعملت لأول مرة في جمع
المعلومات الجوية وتسجيلها وتبادلها بين محطات الرصد وبذلك بدأت فترة
جديدة وانتهت فترة كان الانسان فيها عاجزا عن تفسير الكثير من الظواهر
الجوية تفسيراً علمياً صحيحاً قائماً على البيانات والتسجيلات الحقيقية
الواقعية لعناصر الطقس والمناخ .

المرحلة الثانية : تميزت هذه المرحلة كما أشرنا اعلاه عن غيرها من
المراحل التاريخية لتطور الدراسات المتروولوجية والمناخية في انها بدأت
بأختراع أجهزة الرصد واستعمالها في قياس درجات حرارة الهواء وضغطه
الجوي ، وذلك حوالي عام ١٦٠٠ واستمرت حتى عام ١٨٠٠ تقريبا .

* اخذت كل من كلمتي
Climatology, Mateorology
الانكليزيتين المتكونتين من مقطعين ، من اللغة اليونانية . فاصطلاح
Meteorology اخذ من الكلمة اليونانية Meteor
التي تعني حرفياً دراسة اي ظاهرة جوية بما في ذلك الشهب او النيازك
Meteorology والظواهر البصرية logos , optical phenomenon
وتعني التحدث او الكتابة عن . أما كلمة
Climatology فأخذت من الكلمة اليونانية Klimata
التي تعني انحدار أو ميل أي خط العرض بالمفهوم المستعمل الآن ، وكلمة
logos .

ومن آلات الرصد التي تم اختراعها آنذاك هي الترمومتر
 Thermometer الذي اخترعه العالم الإيطالي Galileo Galilei
 عام ١٦٠٧ ، والبارومتر الزئبقي الذي اخترعه توريشلي Torricelli
 سنة ١٦٤٣ (١) .

وقد كان اختراع هذين الجهازين نقطة تحول كبيرة في تاريخ الدراسات
 المناخية والانواء الجوية ، إذ امكن بواسطة الترمومتر من تسجيل درجة الحرارة
 وبواسطة البارومتر الزئبقي أصبح بالإمكان قياس الضغط الجوي للهواء .
 وبمعرفة مقدار هذين العنصرين استطاع علماء هذه الفترة فهم ما يقع في
 الجو من تقلبات وتغيرات كانت اسبابها مجهولة لدى فلاسفة ومفكري الاغريق
 الذين كانوا يعتمدون في تفسيرهم لها على الملاحظة والتحليل الشخصي
 معتمدين في ذلك على الخيال أكثر من الواقع وعلى التفكير الفردي بدلا
 من التسجيل الآلي العلمي لمسببات تلك التغيرات والتقلبات الجوية . فيفضل
 هذين الجهازين اللذين استخدمتا في تسجيل قراءات أهم عنصرين من عناصر
 المناخ - الحرارة والضغط - أصبح بالإمكان ليس فقط تسجيل دقيق ومستمر
 لكل من درجات حرارة المكان والضغط الواقع عليه ، وإنما بدأت الدراسات
 المناخية والجوية تتقدم خطوات واسعة في طريق العلم والمعرفة . بأحوال الجو
 حتى احتلتا مكانا مرموقا بين علوم المعرفة الانسانية حينذاك ، بعد فترة
 طويلة من الركود دامت أكثر من ١٨٠٠ سنة ، لم يطرأ خلالها أي تقدم
 او اضافة على ما توصل اليه فلاسفة الاغريق ومفكرهم القدماء . ورغم
 التحسينات المستمرة التي ادخلت على جهازي الترمومتر والباروميتر
 في الفترة التي تلت اختراعهما ، فمن غير شك كان لمخترعي هذين الجهازين
 الفضل الأكبر في وضع العبر الأساس الذي قامت عليه دراسة كل من علمي
 الميتورولوجيا والمناخ الحديثين ، إذ ان هذين الجهازين كونا النواة الأولى
 لإنشاء عدة مرصد صغيرة ، كان يقاس فيها درجة الحرارة والضغط الجوي ،
 وكان أول تلك المراسد هو الذي أنشأه فردناند الثاني
 Ferdinand II دوق Grand Duke في شمال إيطاليا في عام ١٩٥٣ لاختد وتسجيل
 ملاحظات دقيقة عن كل ما يتعلق بالظواهر الجوية في ذلك الجزء من
 إيطاليا (٢)

(١) Rummey, George, R., "Climatology and the World's
 Climates" 3rd, ed., 1970, p. 5.

(٢) Milham, Willis, I. "Meteorology" 1927, p. 3.

وبعد ذلك أخذ الاهتمام يتزايد بدراسة الاحوال الجوية في كل من اوربا وامريكا الشمالية من قبل الافراد والدول معا ، كما وازداد عدد محطات الرصد الجوي تدريجيا في كلتا القارتين حتى بلغ عددها في عام ١٨٠٠ اثنا عشر مرصدا في القارة الاوربية وخمسة اخرى في الولايات المتحدة الامريكية (١) . بالاضافة الى الاهتمام بدراسة الانواء الجوية والمناخ ، شهدت هذه الفترة أيضا تقدما ملحوظا في دراسة العلوم الاخرى المتصلة بهما خاصة علم الفيزياء والكيمياء وما يتصل بهما من قوانين الغازات والسوائل والمواد الصلبة كقانون Boyle في عام ١٦٥٩ الخاص بحجم كتلة معينة من الغاز وعلاقتها بالضغط الجوي* ، وقيام العالم George Hadley في سنة ١٧٣٥ ، بتقديم تفسير علمي للرياح التجارية واثار حركة الكرة الارضية على دورة الرياح العامة ، واكتشاف العالم الكيميائي الفرنسي Antoine Lavoisir عام ١٧٨٣ لمكونات الهواء الغازية ، وتفسير العالم John Dalton عام ١٨٠٠ لاختلاف الكثافات في الجو وتمدد الهواء (٣) .

ولكن رغم هذا كله بقيت دراسة الطقس والمناخ لا تحظى بأهتمام الكثير من علماء تلك الفترة ، كأهتمامهم بالفيزياء والكيمياء وغيرها من علوم المعرفة الانسانية ، وذلك لان الدراسات الجوية والمناخية بقيت متركزة في مناطق ضيقة لا تتعدى مناطق محطات الرصد والجهات القريبة منها حتى عام ١٨٣٢ حينما اخترع التلغراف Telegraph الذي اخذ يستعمل في تبادل المعلومات الجوية منتظمة يوميا وفي مواعيد محددة متفق عليها دوليا (٣) وبهذا بدأت مرحلة جديدة في سلسلة المراحل المختلفة في التطور التاريخي لعلمي المناخ والانواء الجوية .

(1) Critchfield, Haward, J. "General climatology" 2 nd, ed., 1966, p. 5.

(٢) Rummey, George, R. "Climatology and the world's climates" 3rd, ed., 1970, p. 5.

(٣) الدكتور عبد العزيز طريح شرف (الجغرافية المناخية والنباتية) الطبعة الرابعة ١٩٦٦ ص ١٧٠

* يتناسب حجم كتلة معينة من الغاز تناسباً عكسياً مع الضغط الواقع عليها .

المرحلة الثالثة : بدأت هذه المرحلة من مراحل التطور التاريخي لعلمي المناخ والميتورولوجيا قبل عام ١٨٠٠ بقليل وامتدت الى حوالي ١٩٠٠ تقريبا . ومن أهم ما تميزت به هذه الفترة هي انها شاهدت عناية خاصة من قبل الحكومات بجمع المعلومات المناخية من محطات الرصد المحلية والدول المجاورة وذلك بواسطة تأسيس دوائر حكومية رسمية (Weather Bureaus) أخذت على عاتقها جمع البيانات والسجلات للظواهرات الجوية وتصنيفها وطبع ملخصات لها في نشرات شهرية ومجلدات سنوية وتسجيلها على خرائط جوية أخذت تظهر في كل من اوربا والولايات المتحدة .

وقد سبقت انكلترا غيرها من الدول الاوربية في انشاء اول دائرة حكومية عام ١٨٥٤ ، كانت مهمتها الرئيسية جمع المعلومات المناخية من جميع المحطات المناخية في اوربا وتسجيلها على خرائط يومية كانت بحق طليعة الخرائط الخاصة بالطقس في العالم .

أما في الولايات المتحدة الامريكية ، فقد ظهرت اول خريطة للتنبؤات الجوية لمدينة سنسنتي في ولاية اوهايو عام ١٨٦٩ وذلك على الرغم من وجود محطات مناخية انشأت قبل ذلك التاريخ في شرق وغرب ووسط تلك البلاد ، كتلك التي اسست في مدينة جارلستون في ولاية كارولينا الجنوبية عام ١٧٣٨ ، وفي نيوهيفن في ولاية كنتيكت في ١٧٨٠ ، وفي مدينة بلتيمور عام ١٨١٧ وفيلادلفيا في ١٨٢٥ في الجهات الشرقية ، وفي مدينة ساكرمنتو وسان فرانسيسكو عام ١٨٤٩ وفي سنتياكو عام ١٨٥٠ على الساحل الغربي ، وفي كثير من مراكز الجيش الامريكي في الجهات الوسطى خلال الثلاثينات من ذلك التاريخ .

والواقع أن الدراسات المناخية المنتظمة ووضع المعلومات المناخية على خرائط جوية لم تظهر في الولايات المتحدة الا بعد انشاء مؤسسة سموستين (Smith Sonian Institution) عام ١٨٥٦

في واشنطن العاصمة ، والتي اخذت على عاتقها جمع المعلومات المناخية الخاصة بالولايات المتحدة ووضعها على خرائط يومية تحت رئاسة الفيزيائي المعروف (J. Henry) ومساعديه : الدكتور (A. H. Guyot) الذي قام بعمل جداول سيمسونين الميتورولوجية المشهور (L. B. Lodget) (Smith Sonian Meteorological Tables)

الذي اعطيت له مهمة جمع وتحليل جميع التسجيلات الميتورولوجية من جميع

المحطات المناخية في الولايات المتحدة التي استخدمها في وضع كتابه الذي طبع عام ١٨٥٧ بعنوان (مناخ الولايات المتحدة والعروض المعتدلة لقارة أمريكا الشمالية) (١) .

وقد شهدت هذه الفترة أيضا ، بعد ان تجمعت المعلومات المناخية والميتروولوجية خلال النصف الثاني من القرن التاسع عشر تقدما ملحوظا في دراسة المناخ الطبيعي "Physical climatology" اذ ظهرت كثير من الفرضيات والنظريات والقوانين الخاصة بدرجات الحرارة والرطوبة والتساقط والرياح والسحب ونسبة اشعة الشمس التي كان يتطلب تحليلها استعمال جميع المعلومات المتروولوجية التي جمعت من عدد كبير من المحطات المناخية المنتشرة في العالم بصورة موجزة او تفصيلية . ومن أهم النظريات التي ظهرت حينذاك هي نظرية العالم الالمانى (Heinrich, W. Dove) ١٨٥٠ القائلة بأن العواصف القوية ما هي الا نتيجة لالتقاء رياح قطبية باردة بأخرى مدارية دافئة ، ونظرية العالم الهولندي (Buys Ballot) عام ١٨٥٧ القائلة ان سبب سرعة وتغيير اتجاه الرياح يعود الى اختلاف توزيع الضغط الجوي على سطح الكرة الارضية ولا يزال القانون الذي وضعه يوزن بالوت القائل بأنه « اذا وقفت في نصف الكرة الشمالي موليا ظهرك للرياح فإن الضغط المنخفض سيكون على يسارك (٢) » ، معمولا به حتى الوقت الحاضر .

وفي الوقت نفسه تقدمت الخرائط المتعلقة بالتنبؤات الجوية وبالرياح والتيارات البحرية ، حيث تمكن الادميرال فيتزورى (Admiral Fitzory) من وضع بعض القوانين الاولى المتعلقة بالضغط الجوي والعواصف ، وتنبأ بدقة متناهية عام ١٨٦١ عن حدوث عاصفة جوية على انكلترا معتمدا في ذلك على خريطة للطقس لانكلترا .

وفي الولايات المتحدة قام ماثيولوري (Mathew Mowry) بوضع جداول ورسوم بيانية لدورة الرياح العامة والتيارات البحرية كان من شأنها ان اختصرت الوقت الذي تستغرقه السفن الشراعية من انكلترا الى استراليا الى ثلاثة أشهر بدلا من أربعة . وفي خلال الحرب الاهلية الامريكية

(١) Day John A. and Sternes Gilbert L. "Climate and Weather" 1970, p. 98.

(٢) Gritchfield, Haward, J. "General climatology" 2nd, ed., 1966, p. 6.

أكد السير فرانسيس كالتون (Sir Francis Galton) الانكليزي
على وجود دورة للعاصير وأخداها في العروض الوسطى من الكرة
الارضية (١) .

ما تقدم يمكن القول بأن الدراسات الميترولوجية والمناخية قطعت
شوطا طويلا وخطت خطوات واسعة ليس فقط في ميدان تحليل العنـصـر
للطقس والمناخ ، وإيجاد العلاقة متمثلة في عدد من الفرضيات والنظريات
والقوانين التي بنيت على اساس تأثير وتأثر بعضها على البعض الآخر، وإنما
تميزت هذه الفترة التاريخية بعناية متزايدة من قبل العلماء والفلاسفة بدراسة
الحالات المناخية الخاصة باختلاف عناصر الطقس والمناخ ضمن المنطقة الواحدة
من المناطق المناخية - الحارة ، المعتدلة ، والباردة - التي أوجدها فلاسفة
ومفكري الاغريق القدماء . وقد كان من نتائج تلك الجهود التي بذلت في
تحقيق وتصحيح ما كان شائعا من الافكار الغاطئة عن توزيع انماط الحرارة
والامطار وحركة الرياح ، تعديل وأحيانا تغيير النظريات القديمة واستبدالها
بأخرى جديدة تقوم على ما جمع من معلومات مناخية وتحليلها تحليلـا
علميا دقيقا. مبني على الارقام والاحصاءات لتسجيلات عناصر الطقس والمناخ
المختلفة .

اضف الى هذا ، ان هذه الفترة شهدت المولد الحقيقي للمناخ الاقليمي
(Regional climatology)
نتيجة الدراسات
التي قام بها العلماء الالمان في حقل الجغرافية النباتية (Phytogeography)
الذين يعود لهم الفضل الاكبر في الاخذ بالاتجاه الجغرافي للدراسات المناخية
والابتعاد بها قليلا عن الاتجاه الميترولوجي ، واذا كان هناك من يمكن اعتباره
الرائد الاول في هذا النوع من الدراسات المناخية فهو مؤسس الجغرافيسنة
الحديثة العالم المعروف اليكساندر فون همبلت
(Alexander von Humboldt)
الذي اعتمد في دراسته اعتمادا
كبيرا على ما توصل اليه فلاسفة القرنين السابع والثامن عشر من حقائق
من جهة وعلى دراسات العلماء الالمان السابقين له مثل فارنيوس
(Varenius) وجوان (Johann) وجورج
فورستر (George Forester) (٢) من جهة

(1) Ibid, p. 6.

(2) Rummay George, R. "Climatology and World's Climate"
1970, P. 5.

ثانية • وقد اسفرت جهود اليكساندر فون هبلت عن سلسلة من الدراسات الدقيقة نشرت لأول مرة حوالي بداية القرن التاسع عشر تبحث في تأثير عامل الارتفاع عن مستوى سطح البحر على حرارة وضغط الهواء وفي اختلاف درجات الحرارة والرطوبة في الجهات الساحلية عما هي عليه في المناطق الداخلية من القارات ، كما وانه اول من قدم فكرة استعمال خطوط الحرارة المتساوية (Isotherms) في تقسيم العالم الى مناطق حرارية • وقد عمل اول خريطة لتوزيع الحرارة في العالم مستخدما في ذلك خطوط الحرارة المتساوية التي تصل الاماكن ذات المعدلات الحرارية المتساوية عام ١٨١٧ ، وبهذا فهو اول من ابتعد عن فكرة تقسيم العالم الى اقاليم حرارية على اساس خطوط العرض ودرجة سقوط اشعة الشمس كما كان متبعاً عند الاغريق القدماء ومن بعدهم حتى بداية القرن التاسع عشر ، وأول من فتح الطريق لمن جاء من بعده من العلماء في تحديد الاقاليم المناخية ومميزاتها على اساس احصائي ، حسابي علمي دقيق وبأسلوب جديد يغلب عليه الطابع الجغرافي اكثر من الطابع الميتولوجي •

وفي هذا المجال لابد من ذكر العالم الالماني (H. W. Dove) لمساهمته في عمل أول خريطة لمتوسطات الحرارة الشهرية عام ١٨٤٨ ، ثم تبعه كرسباخ (A. H. R. Grisebach) في عمل أول خريطة أيضاً لاقاليم العالم النباتية عام ١٨٦٦ ، ومعها اول اقتراحات مبدئية لتحديد الاقاليم المناخية المعروفة اليوم على اساس توزيع النباتات الطبيعية •

من كل ما تقدم يظهر لنا فضل المتخصصين في الجغرافية النباتية (Phytogeography) الالماني على تقدم الدراسات في حقل المناخ الاقليسي منذ عام ١٨٠٠ تقريبا ، ولاسيما اولئك الذين درسوا العلاقة بين حياة النبات والظروف المناخية السائدة في بيئته المكانية مثل كارل لينسر (Carl Linsser) الذي قام في عام ١٩٦٧ بأهم الدراسات في زمانه فيما يتصل بالعلاقة القائمة بين حياة النبات والمناخ، خاصة علاقة نمو النبات ومراحل تطوره ودرجة حرارة الجو • وقد تبع ذلك خطوة أخرى لها اهميتها في هذا الميدان قام بها العالم النباتي والمناخي المشهور (Wladimir Koppen) الذي نشر خريطة لاقاليم العالم الحرارية عام ١٨٨٤ ، والتي ظهر فيها توزيع الاقاليم الحرارية من المنطقة القطبية حتى المدارية ، مصنفة على اساس عدد معين من الاشهر ذات معدلات حرارية اعلى او اقل من معدل حراري ثابت ، التي اتخذ منها

العالم (Oscar Drude) قاعدة لدراسة مملكة النباتات في العالم وتصنيف النباتات في العالم وتصنيف لها الى منطقة غابات (Forest) ومنطقة شجيرات كثيفة (Bush and Shrub) ومنطقة حشائش وشجيرات قصيرة متباعدة (Grass and Scrub) ومنطقة استبس (Steppe) ومنطقة صحراوية (Desert) ومنطقة طحالب (Moss and Lichen) ومنطقة نباتات البية (Alpine) ومنطقة قطبية (Polar) (١)

وفي عام ١٨٩٨ قام العالم النباتي (A. F. W. Schimper) بأضخم عمل من نوعه في حقل الجغرافية النباتية ، تتميز بتصنيف الغطاء النباتي الى ثلاثة عشرة مجموعة رئيسية متخذة من كثافة الغطاء النباتي ووفرته أساسا لتصنيفه مبتدءا بالغابات المطيرة الاستوائية ومنتها بنباتات المنطقة الصحراوية . وكانت خريطته هذه اول خريطة من نوعها مبينا عليها التوزيع الحقيقي للنباتات الطبيعية في العالم .

وقد اختتمت جهود هؤلاء الباحثون وانجازاتهم الكثيرة في حقل الجغرافية النباتية والمناخية بأستخدام النظام الحسابي الذي أخذته كوبن عام ١٩٠٠ أساسا لتصنيف العالم الى أقاليم مناخية تميزت كل منها بمعدلات حرارية ثابتة وبكمية معينة من الامطار الساقطة في كل فصل من فصول السنة وبنوع خاص من النباتات الطبيعية التي تعكس صورة حقيقية لمتطلباتها الحرارية والمائية السائدة في بيئتها المكانية .

المرحلة الرابعة : تبدأ هذه المرحلة قبل فترة قصيرة من السنوات التي سبقت عام ١٩٠٠ حتى وقتنا الحاضر . وتعتبر هذه المرحلة من أكثر المراحل نشاطا ، اذ أن الدراسات المناخية والجوية بلغت ذروتها من التقدم ليس فقط فيما يتعلق بنشاط الابحاث الخاصة بمظاهر الجو والتنبؤ بها ، وانما أيضا فيما يتعلق بالاتجاهات الحديثة الخاصة بالدراسات المناخية التي ظهرت خلالها .

كما وأن هذه الفترة تميزت عن غيرها من الفترات بأهتمام الدول في تأسيس دوائر حكومية رسمية (Weather Bureaus) اخذت على عاتقها جمع المعلومات الجوية من محطات الرصد المحلية واستخراج متوسطاتها بصورة منتظمة ومعدلاتها ثم نشرها وطبعها على شكل دوريات وتقارير إحصائية بصورة منتظمة .

(١) Ibid p. 5.

يضاف الى هذا تطوير أجهزة الرصد سواء اكان ذلك بأدخال تحسينات كثيرة على آلات الرصد القديمة أو اختراع أجهزة حديثة لفرض استخدامها في قياس عناصر الطقس والمناخ بصورة دقيقة الامر الذي أدى الى تقدم فن التنبؤات الجوية بصورة أقرب الى واقع ما قد سيحدث من تغيرات وتقلبات جوية خلال الاربع والعشرين ساعة لليوم التالي مما كانت عليه في الفترات السابقة .

ومن أهم ما يميز المعدين الاول والثاني من هذه المرحلة هو ظهور دراسة الكتل والجهات الهوائية التي أخذت تحتل المكانة الاولى بين الدراسات المناخية تحت زعامة العالم النرويجي ويلهم بركس الذي كان الرائد الاول في هذا الحقل ومن أكثر الباحثين الذين خدموا هذه الدراسات حتى وقتنا الحاضر ، حيث لا تزال نظرياته وآرائه التي نشرها خلال الحرب العالمية الاولى ما بين ١٩١٤ - ١٩١٨ معمولا بها حتى يومنا هذا (١) .

أما الثلاثينات والاربعينات من هذه الفترة فقد تميزت بمسدد من التصنيفات المناخية التي كانت في الواقع امتدادا لتصنيف كوبن ، اذ أن معظمها ان لم تكن جميعها بنيت على نفس العناصر المناخية - الحرارة والمطر - التي اتخذ منها كوبن أساسا لتقسيم العالم الى اقاليم مناخية . فتصنيف ديمارتون (Demarton) ومليير (Miller) وبروكس (Brooks) وهير (Hare) وتروورث (Trewartha) وغيرهم ، جميعها قامت على استخدام أهم عنصرين من عناصر المناخ - الحرارة والمطر - في تقسيمهم للعالم الى اقاليم مناخية تتفق الى حد كبير مع تلك التي أوجدها العالم الألماني كوبن ، ولعل من أهم التصنيفات المناخية التي اختلفت نوعا ما عن تصنيف كوبن هو تصنيف ثورنتويت (Thorntwaite) العالم الأمريكي الذي نشره عام ١٩٤٨ والذي قام على أساس الكفاية لدرجة الحرارة (Temperature Efficiency) والتأثير الفعلي للأمطار (Precipitation Effectiveness) وذلك بإيجاد العلاقة بين الحرارة ومقدار ما يفقد او يضع من مياه الأمطار بواسطة عملية التبخر (Evaporation) وعملية النتح (Transpiration) او عن طريق العمليتين معا التبخر والنتح (Evapotranspiration)

(١) الدكتور عبد العزيز مطريح شرف « الجغرافية المناخية والنباتية ، ج (١) ، ط (٤) ، ١٩٦٦ ، ص ٢٨٠ .

واثر ذلك على حياة النباتات الطبيعية من حيث كثافتها ووفرتها وتوزيعها على سطح الكرة الارضية .

بالاضافة الى ذلك فقد شهدت هذه الفترة مولد فرع آخر من فروع علم المناخ الا وهو المناخ التطبيقي (Applied climatology) الذي يبحث العلاقة بين الاحوال المناخية ونواحي النشاط البشري ومظاهره المختلفة سواء اكان ذلك في مجال الانتاج الزراعي بنوعيه - النباتي والحيواني - والانتاج الصناعي والمعدني او في مجال المواسلات البحرية والبحرية والجوية ، او في مجال الري وتوفير المياه اللازمة للانتاج الزراعي ، او في مجال الهندسة المعمارية ، او في مجال تخطيط المدن واختيار مواقع المساكن وتصميمها او في مجال الصحة العامة والامراض المستوطنة وعلاقتها بالظروف المناخية السائدة في هذا الاقليم او ذاك ، او في مجال الحروب وآلياتها التي تستخدم في المارك الحربية . فمولد المناخ التطبيقي اذن جاء كنتيجة حتمية للحاجة الملحة للاستفادة من المعلومات المناخية وتطبيقها في المجالات المختلفة التي يقوم بها الانسان من فعاليات متنوعة لتوفير غذائه ومائه وملبسه ومسكنه وصحته وعلاقة ذلك بالظروف المناخية السائدة في بيئته الاجتماعية والاقتصادية .

ومن الاتجاهات الحديثة في الدراسات المناخية التي ظهرت خلال هذه الفترة هي التقدم الكبير في الدراسات التفصيلية او المكروسكوبية للظروف المناخية السائدة في منطقة صغيرة المساحة واثار ما يحدث من تغيرات جوية في الطبقة الهوائية القريبة من سطح الارض على الحياة الحيوانية والنباتية . ويعرف هذا النوع بالمناخ التفصيلي او المكروسكوبي (Microclimatology) او ما يطبق عليه احيانا بمناخ بيئته الحياتية (Habitat Climate) الذي يبحث حالة الظروف المناخية السائدة على ارتفاع مترين فقط من سطح الارض (١) .

ظهر هذا النوع من الدراسات المناخية كنتيجة لما لاحظته بعض الباحثين من أن الدراسات المناخية العامة التي تعتمد على متوسطات عناصر الطقس والمناخ التي تنشرها المحطات المناخية للطبقة الهوائية التي يبلغ ارتفاعها حوالي مترين عن سطح الارض تقريبا غالبا ما تهمل كثيرا من التفاصيل الدقيقة للظروف المناخية السائدة بالقرب من سطح الارض والتي لها اثار عظيمة على النباتات والحيوانات التي تعيش على سطح الارض وفي التربة .

(١) Geiger Rudolf "The climate near the Ground", 1965 p. 1.

Macroclimatology

أضف الى هذا ان الدراسات المناخية العامة كثيرا ما تهمل اثر العوامل الطبوغرافية في خلق انواع مختلفة من المناخ حتى في المنطقة الصغيرة الواحدة ، فضلا عن نوع الغطاء النباتي وكثافته ونوع التربة واثر لونها ونسيجها على امتصاص الحرارة ، وموقع المكان بالنسبة لمواجهة الشمس عند الشروق والغروب وبالنسبة للمناطق المطيرة وتلك التي تقع في ظل المطر وغيرها كثير من الظروف الجغرافية المحلية التي يكون لها اثر كبير في تنوع المناخ ، واختلافه من جهة الى اخرى في الاقليم المناخي الواحد . علاوة على هذا فقد وجد الباحثون ان هناك الكثير من الظواهر المناخية تحدث بالقرب من سطح الارض كظاهرة الضباب الارضي الغفيف **Shallow Ground** وظاهرة زحف الرمال فوق أرض منطقة البراري ، وقلة سرعة الرياح بالاحتكاك ، وغيرها من الظواهر التي لا وجود لها في الطبقات العليا من الجو . يضاف الى ذلك ان معرفة ما يحدث بالقرب من سطح الارض من ظواهر مناخية لها اكبر الاثر في فهم ما يحدث من تغيرات جوية في الطبقات العليا من الغلاف الجوي ، وذلك باعتبار سطح الارض هو المصدر الرئيسي لتسخين الجو ولبخار الماء والطبقة الهوائية الملاصقة له هي اولى الطبقات التي تتسخن وتبرد نتيجة الاشعاع الارضي ومن أكثرها تشبعا بالرطوبة واثقلها حملا ببخار الماء وذرات الغبار .

وعلى الرغم من أن هذا النوع الجديد من الدراسات المناخية بدأها العالم الفنلندي ثيودور هومن (Theodor Homen) عام ١٨٩٣ بدراسة مقارنة قياسات درجة الحرارة لانواع مختلفة من الترب ، الا ان ما كتب عن هذا الموضوع من بحوث قبل عام ١٩٠٠ كانت قليلة ونادرة حتى قام كريكور كراوس (Gregor Kraus) الالماني بنشر اول كتاب له عن التربة والمناخ في عام ١٩١١ (١) . وكما كان الكساندر همبلدت مؤسس الجغرافية المناخية ، فان كريكور كراوس يعتبر مؤسس علم المناخ التفصيلي ، اذ بعده تقدمت الابحاث المناخية المتعلقة بهذا الموضوع الحديث من الدراسات تقديما سريعا ومضطردا حتى بلغت ذروتها خلال الخمسينيات من هذه الفترة الزمنية . ولقد قام كاتب هذا البحث بأحصاء زمني لأكبر مجموعة من المصادر التي كتبت حول هذا الموضوع وجمعت في كتاب "Geiger Rudolf" "The climate near the ground" فوجد أن عدد ما كتب في المناخ التفصيلي قبل عام ١٩٠٠ لم يتجاوز أكثر

(١) Kraus, G., "Boden U. Klima auf Kleinstin Raum" Fischer, Jéná, 1911.

من اثنا عشرة كتابا وبحثا من مجموع (١٢١٨) مصدرا من مجموعة المصادر التي جمعها (Geiger Rudolf) في كتابه (المناخ - قرب سطح الارض) او أقل من ١٪ بينما بلغ عدده ما كتب حول الموضوع بعد عام ١٩٠٠ ، ٩٩٪ وحوالي ٧٠٪ منها نشرت في الفترة الواقعة بين عام ١٩٥٠ و ١٩٦٠ * .

ولعل أهم ما يميز السنوات الأخيرة من هذه الفترة لأبحاث الطقس والمناخ انها أصبحت تشمل دراسة الطبقات العليا من الجو نتيجة للمعلومات التي يمكن الحصول عليها بواسطة أجهزة الرصد الدقيقة التي تطلق من الارض لسر أغوار الطبقات الجوية العليا وتسجيل درجة حرارتها ورطوبتها واتجاه الرياح وسرعتها وغيرها من المعلومات المناخية التي اخذت تزداد زيادة كبيرة مكنت الباحثين من معرفة الكثير عن الاحوال الجوية السائدة على ارتفاع يتراوح بين مائة وعدة مئات من الاميال من سطح الارض (١) .

وقبل استخدام آلات الرصد الحديثة الخاصة بتسجيل المعلومات للطبقات العليا من الجو ، كانت المحطات المناخية الجبلية تمد الباحثين ببعض المعلومات الجوية كل في مجال ارتفاعه عن سطح البحر ، الا ان ارتفاع تلك المحطات كان لا يزيد كثيرا عن (١٤) ألف قدم ، كذلك التي وجدت في الولايات المتحدة الامريكية على قمة جبال بايكس بيك Pike's Peak في ولاية كولورادو ويبلغ ارتفاعها (١٤١٢٤) ألف قدم ، وعلى قمة مونت واشنطن (M. T. Washington) في ولاية نيوهمبشـــــير على ارتفاع ٦٢٨٠ قدم رتلـك التي توجد على قمة البلوهيل Blue Hill في ولاية ماسيحيوست على ارتفاع ٦٤٠ قدم . أما في اوربا فقد استخدم برج ايفل منذ وقت تأسسه عام ١٨٨٩ في مدينة باريس كمصدر رئيسي للمعلومات الجوية لمنطقة باريس وما يحيط بها من المناطق المجاورة والمستويات جوية لا يزيد ارتفاعها عن ١٠٠٠ قدم (٢) . وكانت سنة ١٨٩٨ أول سنة استخدمت فيها اول الاجهزة الخاصة بتسجيل درجة الحرارة والضغط ، والرطوبة النسبية واتجاه الرياح وسرعتها

* انظر كتاب :

Geiger Rudolf "The climate near the Ground" pp. 543-596.

- (١) Day, John, A. and Steenes Gilbert, L. "Climate and weather, 1970. p. 80.
- (٢) Rummey, George, R. "Climatology and the world climates" 1968, p. 6.

في مستويات مختلفة من الغلاف الجوي هي الطائرة الورقية الصندوقية (Box Kite) التي تتألف من علبتين مستطيلتين مفتوحتين من الجانبين واستبدل هذا الجهاز بالطائرات للفترة الواقعة بين عام ١٩٢٥ و ١٩٣٧ التي بدورها بطل استعمالها واستخدم بدلا منها جهاز يعرف بالراديو سوند (Radio Sound) وهو عبارة عن راديو صغير يعمل على بطارية ويطلق الى الجو بواسطة بالون يملأ بالغازات الخفيفة (الهيدروجين او الهيليوم) ويعود الى الأرض بواسطة مظلة الهبوط، ومن أهم خصائص هذا الجهاز ارسال اشارات تدل على درجة الحرارة والضغط والرطوبة النسبية للطبقات الجوية التي يخترقها صعودا الى ارتفاع يزيد على ١٠٠٠٠٠ قدم من سطح الأرض ، تستلم اوتوماتيكيا وبصورة مستمرة بواسطة جهاز آخر من محطة الارصاد الجوية .

واستبدل الراديو سوند عام ١٩٣٨ بطائرات استكشاف، والرادار والصواريخ وفي الوقت الحديث تستخدم الأقمار الصناعية المجهزة بعدسات تليفزيونية لارسال صور فوتوغرافية عن التقلبات الجوية التي تحدث في ارتفاعات عالية عن سطح الأرض . انه من غير شك ان استخدام مثل هذه الاجهزة الدقيقة في كشف الكثير عما يحدث في الطبقات الجوية العالية سيضيف كثيرا الى علمي المناخ والأنواء الجوية اللذين اصبحا من أهم العلوم الطبيعية التي يجب الاطلاع بها والتعرف على قواعدها وقوانينها ليس فقط بالنسبة للمهتمين بدراساتها وانما أيضا بالنسبة لاولئك المختصين بالعلوم المتعلقة بهما كعلم الطيران والبحرية والزراعة والري والهندسة والتخطيط والفضاء وغيرها من علوم المعرفة الانسانية المتنوعة .